

CLIPPEDIMAGE= JP404361575A ✓

PAT-NO: JP404361575A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04361575 A

TITLE: LAMINATED TYPE PIEZOELECTRIC BODY

PUBN-DATE: December 15, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MATSUMOTO, YOSHIKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOYOTA MOTOR CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03137588

APPL-DATE: June 10, 1991

INT-CL (IPC): H01L041/09

US-CL-CURRENT: 310/363

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent a short-circuit from occurring in a laminated type piezoelectric body in operation.

CONSTITUTION: Piezoelectric plates 1 and inner electrodes 2 are alternately laminated to constitute a laminated type piezoelectric body, where the inner electrode 2 is formed of conductive silicone resin. Silicone resin has a water absorption coefficient of 0.05-0.06% much smaller than that of 0.3-1.95% which epoxy resin used as thermosetting conductive resin has, so that the laminated type piezoelectric body concerned can be protected against a short circuit caused by water absorption.

PZT  
1,7

COPYRIGHT: (C) 1992, JPO&Japio

09/10/2002, EAST Version: 1.03.0002

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-361575

(43) 公開日 平成4年(1992)12月15日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup> H 0 1 L 41/09	識別記号 9274-4M	庁内整理番号 H 0 1 L 41/08	F I S	技術表示箇所
--	-----------------	-------------------------	----------	--------

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

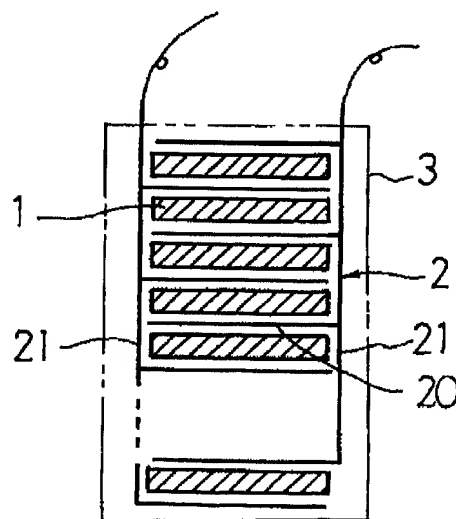
(21) 出願番号	特願平3-137588	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成3年(1991)6月10日	(72) 発明者	松本 恵明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 大川 宏

(54) 【発明の名称】 積層型圧電体

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 積層型圧電体の使用時の短絡を防止する

【構成】 圧電板1と内部電極2とが交互に複数個積層された積層型圧電体において、内部電極2は導電性シリコーン系樹脂から形成されていることを特徴とする。シリコーン系樹脂は吸水率が0.05~0.06%であり、例えば熱硬化型導電性樹脂に用いられているエポキシ樹脂の0.3~1.95%に比べて極めて小さいので、吸水による短絡が防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電板と内部電極とが交互に複数個積層された積層型圧電体において、該内部電極は導電性シリコン系樹脂から形成されていることを特徴とする積層型圧電体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電効果を利用した圧電アクチュエータとして用いられる積層型圧電体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、電磁力を利用したアクチュエータに代わって、例えば特開昭62-291187号公報、実開昭64-30865号公報などに開示されているように、圧電効果を利用した圧電アクチュエータが多用されている。この圧電アクチュエータは発熱が少なく、また小型で高速駆動が可能のため、各種の機械的駆動素子として極めて有望である。ただ圧電効果による機械的変位は本質的に極めて小さいので、大きな変位量を得るために圧電板と電極板とが交互に多重に積層され、絶縁保護層で被覆された構造の積層型圧電体として提供されている。

【0003】 ところで圧電板と電極板とを交互に積層する場合、位置ずれを防止するために圧電板と電極板を接合することが望ましい。また圧電板と電極板との導通を確実にすることも望まれる。そこで特開昭60-121784号公報などには、圧電板と電極板の間に導電性の銀ペーストなどを介在させ、このペーストの結合力を利用して接合された積層型圧電体が開示されている。

【0004】 しかしながら銀ペーストなどを用いた積層型圧電体では、製造工数が多大となること、電極が厚くなること、などの要因によりコスト高となるという欠点がある。そこで実開平2-81069号公報には、熱硬化型導電性樹脂フィルムからなる内部電極を介して圧電板を積層し、熱圧着して形成された積層型圧電体が開示されている。この積層型圧電体によれば、内部電極が圧電板と密着して一体化され、電極の厚さが薄く製造も容易であるので、コストの低減を図ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが熱硬化型導電性樹脂フィルムからなる内部電極をもつ積層型圧電体においては、使用時にマイグレーションが生じ短絡する場合があった。本発明はこのような内部電極をもつ積層型圧電体において、主として短絡を防止することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは上記した熱硬化型導電性樹脂フィルムからなる内部電極をもつ積層型圧電体の問題点について、その原因を追求した。その結果、内部電極が吸水して含まれる金属成分がイオン化

し、印加電圧により電解析出するため短絡が生じることを見出した。

【0007】 本発明の積層型圧電体は、このような知見に基づき鋭意研究の結果完成されたものであり、圧電板と内部電極とが交互に複数個積層された積層型圧電体において、内部電極は導電性シリコン系樹脂から形成されていることを特徴とする。圧電板は、電圧の印加により歪みや応力を生じる圧電体から形成されている。例えばペロブスカイト結晶構造のBaTiO<sub>3</sub>とPbTiO<sub>3</sub>、又はCaTiO<sub>3</sub>との固溶体などの圧電体セラミックスから円板形状に形成された、従来と同様のものが用いられる。

【0008】 内部電極は導電性シリコン系樹脂から形成されている。ここで導電性シリコン系樹脂とは、公知のシリコン系樹脂に導電性物質を混合して導電性を付与したものであり、市販のものを用いることができる。このシリコン系樹脂の硬度は従来の熱硬化型導電性樹脂フィルムの硬度と同等以上であることが好ましいが、場合によってはシリコン系ゴムを用いることもできる。このシリコン系樹脂は吸水率が0.05~0.06%であり、例えば熱硬化型導電性樹脂に用いられているエポキシ樹脂の0.3~1.95%に比べて極めて小さいので、吸水による短絡が防止される。なお、導電性物質としては金属粉末が代表的であるが、カーボンなどのイオン化しない導電性物質を利用するのが好ましい。これにより万一吸水した場合にもイオン化しないので、電解析出が防止され短絡を一層確実に防止することができる。

【0009】 この内部電極は、圧電板とほぼ同一形状の薄板状部と、複数の薄板状部を連結する橋部とからなる形状に予め一体成形しておくことが望ましい。これにより積層後の内部電極どうしの接続工程を不要とすることができる。圧電板と内部電極とを直接重ねて積層するだけでは、ずれを防止できない。そこで通常は接着剤を介して積層され、積層後接着剤を硬化させて一体化してずれを防止している。この接着剤としては、導電性あるいは誘電性を有するものが用いられる。なお、この接着剤は軟質で柔軟性に富むことが望ましい。このようにすれば、接着剤層で圧電板と内部電極の熱膨張及び収縮の差による応力が吸収され、剥離などの不具合が防止される。また接着剤層が吸水することによる導電性物質のイオン化を防ぐために、前述した理由と同じ理由によりシリコン系ゴム製の導電性接着剤を用いることが望ましい。

【0010】 なお、柔軟性の大きな接着剤を用いる場合、積層体を軸方向に加圧した状態で接着剤を硬化させることが望ましい。これにより圧電板の表面の凹凸に接着剤が充分になじみ、圧電板と内部電極の間が密に充填されるので、高い圧電効率が得られる。また得られた積層型圧電体を部品に組み込む際には、軸方向に加圧して

圧縮した状態で組み込むことが望ましい。このようにすれば、接着剤層は圧縮変形して外部へはみ出したり圧電板表面の凹部内に入り込んだりするため、圧電板と内部電極との間に介在する部分が少なくなり、接着剤層で圧電体の変位量が吸収される割合を低減することができる。

#### 【0011】

【発明の作用及び効果】本発明の積層型圧電体では、導電性シリコン系樹脂から形成された内部電極が用いられている。シリコン系樹脂は吸水性がきわめて小さいので、吸水による導電性金属のイオン化が防止され、ひいては短絡を防止することができる。また内部電極は金属製の電極板に比べて軟質であるため、圧電板と密着して空隙の発生がない。したがって高い圧電効率を得られ、偏荷重も防止される。そして導電ペーストなどを用いる必要がないので製造が容易となり、低コストとなる。

#### 【0012】

【実施例】以下、実施例により具体的に説明する。

（実施例）図1～図4は本実施例の積層型圧電体を示すものである。この積層型圧電体は、圧電板1と、内部電極2及び絶縁被覆層3とから構成されている。

【0013】圧電板1は、直径10mm、厚さ0.5mmの円板状にPZTから形成され、圧電定数( $d_{33}$ )が $550 \times 10^{-12}$  m/Vの特性を有している。内部電極2はシリコン系ゴムから形成され、図3に示すように複数の薄板状部20とその薄板状部20を連結する長尺状の橋部21とをもち、薄板状部20はそれぞれ平行で同軸的に圧電板1の2枚分の間隔を隔てて列設されている。

【0014】そして内部電極2は2個一対で設けられ、圧電板1と薄板状部20とが交互にそれぞれ50層及び51層積層されて、全体がエポキシ樹脂からなる絶縁被覆層3で被覆されている。以下、この積層型圧電体の製造方法を説明する。まず、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を主成分とする粉末に、ポリビニルブチラールなどの結合剤とアセトンなどの溶剤を加えてスラリーとする。これをドクターブレード法などでグリーンシートに成形し、所定形状に打ち抜いた後、空気中1300℃で焼成し圧電板1を得る。

【0015】次に熱加硫型導電性シリコン系ゴム（「シリコンSRX539U」東レダウコーニング社製）から、型成形により図3に示す櫛形状の内部電極2

を形成する。なお、この熱加硫型導電性シリコン系ゴムには、カーボンを主とする非金属系導電性粉末が配合されている。この内部電極2は図3に示すように2個一対で用いられ、一方の内部電極の対向する一対の薄板状部20の間に他方の薄板状部20'が位置して、橋部21、21'は積層体の外周で180度反対側に位置している。そして一方の薄板状部20と他方の薄板状部20'の間にそれぞれ圧電板1が配置される。ここで圧電板1の表裏両表面には、図示しない軟質導電性シリコン系ゴムよりなる接着剤（「シリコンSE9140」東レダウコーニング社製）が1μmの膜厚で塗布され、圧電板1と薄板状部20、20'とはこの接着剤層を介して積層される。

【0016】次に積層体を軸方向両側から図2及び図4に矢印で示すように押圧しながら加熱して接着剤層を硬化させ、全体を一体的に接合する。その後、積層体の周囲全体に熱硬化性エポキシ樹脂をコーティングし、150℃で30分保持して硬化させて絶縁被覆層3を形成する。このようにして得られた本実施例の積層型圧電体は、約4MPa(0.4kgf/mm<sup>2</sup>)の力で軸方向に予備圧縮されながら部品に組付けられる。すると接着剤層は圧電体1と薄板状部20との間からはみ出したり、深さ2～3μm程度の圧電体1表面の凹部内を充填する。したがって圧電体1と薄板状部20との間に残る接着剤層は僅かとなるので、電圧印加時の圧電体1の変位が接着剤層で吸収される割合が小さく、高い圧電効率を得られる。

【0017】この積層体では、一対の橋部21、21'の間に電圧が印加され、圧電アクチュエータとして利用される。そして内部電極2は吸水性が極めて小さく、万一吸水しても内部電極中の導電性粉末はイオン化しないので、電解析出がなく短絡が防止されている。

（試験例）なお、本実施例で接着剤として用いた軟質のシリコン系ゴムと、一般のエポキシ樹脂系接着剤について、サーマルショック試験を行った。試験方法は、2枚のステンレス板の間にガラス板を挟みそれぞれを接着剤で接着した5層構造の試験片を作成し、-40℃1時間～80℃1時間の冷熱サイクルを行いながら引張り剪断接着強さを測定した。そして接着剤層とガラス板との界面における亀裂の発生の有無を調査した。結果を表1に示す。

#### 【0018】

#### 【表1】

サイクル数 (回)	シリコン系ゴム接着剤		エポキシ樹脂系接着剤	
	亀裂の有無	剪断強さ	亀裂の有無	剪断強さ
0	無し	10.0	無し	73.0
10	無し	13.5	無し	80.0
100	無し	16.0	無し	83.0
500	無し	15.5	無し	84.0
1000	無し	15.5	有り	70.0
1500	無し	15.5	有り	96.0
		(kgf/cm <sup>2</sup> )		(kgf/cm <sup>2</sup> )

表1より、シリコン系ゴム接着剤は剪断強さではエポキシ樹脂系接着剤に劣るものの、冷熱サイクルによる試験片の膨張・収縮の動きによく追従し、亀裂の発生がない。したがって積層型圧電体の接着剤として用いられ、熱膨張・収縮による亀裂の発生が防止され、初期の圧電特性を長期間持続できることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の積層型圧電体の模式的な断面図である。

20 【図2】図1の要部の斜視図である。

【図3】図1の内部電極の模式的な断面図である。

【図4】図1の積層型圧電体を製造する際の一工程を示す説明図である。

【符号の説明】

1：圧電板

2：内部電極

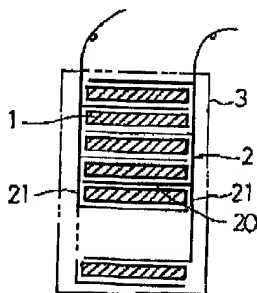
3：絶縁被覆層

層

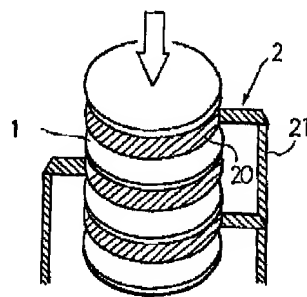
20：薄板状部

21：橋部

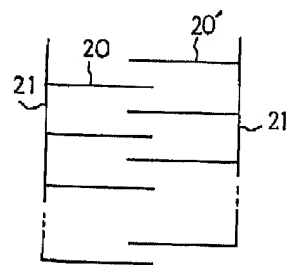
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

